



BD

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>H04B 5/00, 5/02</b>		(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 98/02980</b>
<b>A1</b>		(43) Date de publication internationale: 22 janvier 1998 (22.01.98)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/01087		(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, brevet ARIPO (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(22) Date de dépôt international: 17 juin 1997 (17.06.97)		
(30) Données relatives à la priorité: 96/09035 12 juillet 1996 (12.07.96) FR		
(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): INSIDE TECHNOLOGIES [FR/FR]; Pépinière Axone, F-69930 Saint Clément les Places (FR).		
(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): MARTIN, Michel [FR/FR]; Quartier les Mauvares, Chemin des Dunes, F-13840 Rognes (FR). SERRA, Didier [FR/FR]; Bâtiment C, Résidence La Grande Vigne, F-13240 Septèmes les Vallons (FR).		
(74) Mandataire: MARCHAND, André; Cabinet Ballot-Schmit, 9, boulevard de Strasbourg, F-83000 Toulon (FR).		Publiée Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: DEVICE FOR TRANSMITTING AND RECEIVING DIGITAL DATA BY ELECTROMAGNETIC INDUCTION AND INDUCTIVE COUPLING

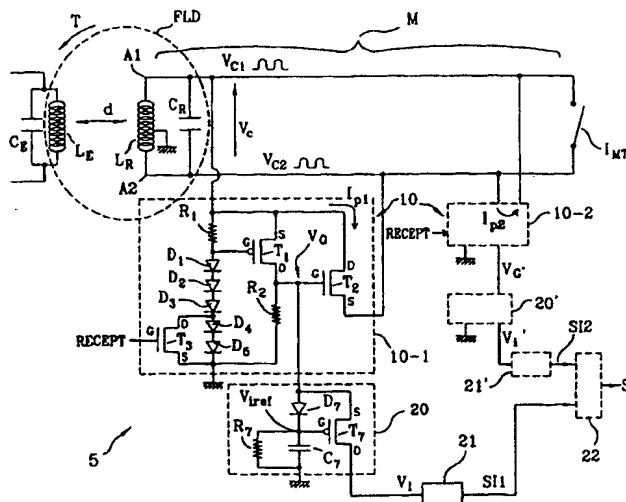
(54) Titre: DISPOSITIF POUR L'ÉMISSION ET LA RÉCEPTION DE DONNÉES NUMÉRIQUES PAR INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE ET COUPLAGE INDUCTIF

## (57) Abstract

The invention discloses a device (5, 6) for transmitting and receiving digital data by electromagnetic induction, comprising a coil ( $L_R$ ), a circuit (10, 40) for limiting a tension induced ( $V_c$ ) in the coil ( $L_R$ ), switching on when the induced tension is higher than a threshold ( $V_D$ ), demodulating means (20, 20') for receiving the data and, for transmitting the data, and means ( $I_{MT}$ , 30, 40) for causing the coil ( $L_R$ ) to fluctuate. The limiter circuit (10, 40) of the invention comprises means ( $D1-D5$ ,  $T3$ ) for adjusting the switching threshold ( $V_D$ ) of the limiter circuit at a low level ( $V_{Da}$ ) during the reception of data and at a high level ( $V_{Db}$ ) during the transmission of data, and the demodulating means comprise a current demodulator (20) arranged for demodulating the amplitude of a limiting current ( $I_p$ ) occurring when the limiter circuit is switched on. The invention is useful for contactless chip card and for electronic labels.

## (57) Abrégé

Dispositif (5, 6) pour l'émission et la réception de données numériques par induction électromagnétique, comprenant une bobine ( $L_R$ ), un circuit (10, 40) limiteur d'une tension induite ( $V_c$ ) dans la bobine ( $L_R$ ), se déclenchant lorsque la tension induite est supérieure à un seuil ( $V_D$ ), des moyens démodulateurs (20, 20') pour la réception de données et, pour l'émission de données, des moyens ( $I_{MT}$ , 30, 40) pour faire fluctuer la charge de la bobine ( $L_R$ ). Selon l'invention, le circuit limiteur (10, 40) comprend des moyens ( $D1-D5$ ,  $T3$ ) pour régler le seuil ( $V_D$ ) de déclenchement du circuit limiteur à un niveau bas ( $V_{Da}$ ) pendant la réception de données et à un niveau haut ( $V_{Db}$ ) pendant l'émission de données, et les moyens démodulateurs comprennent un démodulateur de courant (20) agencé pour démoduler l'amplitude d'un courant de limitation ( $I_p$ ) apparaissant lorsque le circuit limiteur est déclenché. Application notamment aux cartes à puce sans contact et aux étiquettes électroniques.



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce		de Macédoine	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun		démocratique de Corée	PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

DISPOSITIF POUR L'EMISSION ET LA RECEPTION DE DONNEES  
NUMERIQUES PAR INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE ET COUPLAGE  
INDUCTIF

La présente invention concerne la transmission de données par induction électromagnétique et couplage inductif, au moyen d'une première bobine excitée par une tension alternative modulée en amplitude et d'une  
5 deuxième bobine recopiant par induction la tension d'excitation de la première bobine. Cette technique de transmission de données est utilisable quand la distance entre les bobines est réduite, et convient particulièrement bien aux cartes à puce sans contact et  
10 aux étiquettes électroniques

Plus particulièrement, la présente invention concerne un dispositif pour l'émission et la réception de données numériques par induction électromagnétique et couplage inductif, comprenant une bobine, un circuit  
15 limiteur d'une tension induite dans la bobine se déclenchant lorsque la tension induite est supérieure à un seuil, des moyens démodulateurs pour la réception de données et, pour l'émission de données, des moyens pour faire fluctuer la charge de la bobine.

20 La figure 1 représente le schéma électrique classique d'un système de transmission de données par induction et couplage inductif. Un terminal T, par exemple un lecteur de cartes à puce sans contact, est équipé d'une bobine d'émission  $L_E$  formant avec une  
25 capacité  $C_E$  un circuit résonnant excité par une tension  $V_e$  oscillant à une fréquence porteuse  $F_p$ . A proximité du terminal T se trouve un module électronique M, par exemple le circuit intégré d'une carte à puce sans contact. Le module M est équipé d'un circuit d'émission-  
30 réception 4 comprenant une bobine  $L_R$ , une capacité  $C_R$ , un démodulateur 1, un circuit limiteur de tension 2 et un

interrupteur  $I_{MT}$ . La bobine  $L_R$  forme avec la capacité  $C_R$  un circuit résonnant  $L_R C_R$  accordé au circuit émetteur  $L_E C_E$ . Une tension induite  $V_c$  oscillant à la fréquence porteuse  $F_p$  apparaît aux bornes de la bobine  $L_R$ .

5 Pour la transmission de données dans le sens du terminal T vers le module M, le circuit résonnant  $L_E C_E$  du terminal T est court-circuité alternativement par un interrupteur électronique  $I_{TM}$ . La figure 2A représente l'aspect de la tension  $V_e$ , dont les alternances sont  
10 représentées schématiquement par des traits verticaux. On y voit s'alterner des périodes où la tension  $V_e$  est maximale et des périodes de modulation de durée  $T_m$ , où la tension  $V_e$  est nulle. La tension induite  $V_c$  reçue par le module M, représentée à titre d'exemple sur la figure 2B,  
15 est l'image de la tension d'excitation  $V_e$  et son enveloppe  $e$  présente des maxima d'amplitude alternant avec des minima correspondant aux creux de modulation de la tension d'excitation. La démodulation de la tension  $V_c$  est assurée par le démodulateur 1 qui délivre un signal  
20 logique  $S_{dem}$  représenté sur la figure 2E. Le signal  $S_{dem}$ , par exemple à 1 pendant les creux de modulation et à 0 pendant les périodes de non modulation, est appliqué à un circuit décodeur (non représenté) qui délivre le message reçu sous forme d'une suite de 1 et de 0. Bien entendu,  
25 le codage des données numériques peut être réalisé de diverses manières. Par exemple, le "0" logique peut être codé par un creux de modulation de durée  $T_m$  suivi d'une période de non modulation de durée  $T_1$ , et le "1" logique codé par une période de non modulation de durée  $T_2$  (dans  
30 ce cas, le fragment de message que l'on voit en figure 2A, une fois décodé, signifie "0100").

La transmission de données dans le sens du module M vers le terminal T repose sur une méthode sensiblement  
différente, qui consiste à faire fluctuer la charge  
35 électrique de la bobine  $L_R$  du module. L'interrupteur  $I_{TM}$

du terminal T est laissé ouvert et l'interrupteur  $I_{MT}$ , en parallèle avec la bobine  $L_R$ , est fermé et ouvert alternativement. La variation de la charge de la bobine  $L_R$  due à la fermeture de l'interrupteur  $I_{MT}$  perturbe le  
5 champ magnétique créé le terminal et se répercute par effet de couplage inductif sur sa bobine  $L_E$  en provoquant un appel de courant. Un capteur de courant 3 ou tout autre moyen de mesure de l'impédance de la bobine  $L_E$  permet au terminal T de détecter les ouvertures et  
10 fermetures de l'interrupteur  $I_{MT}$ . Par un décodage approprié, le terminal T en déduit les données que lui envoie le module.

Par ailleurs, comme l'amplitude de la tension induite  $V_c$  est susceptible de fluctuer dans de fortes  
15 proportions (de quelques volts à la centaine de volts) selon le couplage entre les bobines  $L_E$ ,  $L_R$ , c'est-à-dire selon la distance  $d$  séparant les bobines, le circuit limiteur 2 a pour fonction de protéger le module M contre les surtensions. Le circuit limiteur 2 se déclenche  
20 lorsque la valeur de crête de la tension induite  $V_c$  atteint un seuil  $V_D$  et laisse alors circuler entre les bornes de la bobine  $L_R$  un courant alternatif  $I_p$  appelé courant de délestage ou courant de limitation. Le seuil  $V_D$  est par exemple choisi de l'ordre de 18V dans le cas  
25 d'un circuit intégré CMOS.

La limitation de l'amplitude de la tension induite  $V_c$ , bien que nécessaire à la protection de l'étage d'entrée du module, représente un handicap lorsque le couplage entre les bobines  $L_E$  et  $L_R$  est élevé. En effet,  
30 quand le couplage augmente, l'énergie transmise à la bobine  $L_R$  croît mais la tension induite  $V_c$  ne peut augmenter en raison de l'intervention du circuit limiteur 2. La bobine  $L_R$  atteint ainsi un état de saturation en tension qui se manifeste par le fait que  
35 les creux de modulation de la tension induite  $V_c$

s'estompent, comme illustré sur les figures 2C et 2D. Dans le cas de la figure 2C, les écarts entre les maxima et les minima de la tension  $V_c$  sont trop faibles pour être détectés par le démodulateur 1. Dans le cas de la figure 2D, le couplage entre  $L_E$  et  $L_R$  est encore plus fort (distance  $d$  très courte) et l'on ne trouve plus aucune trace de modulation d'amplitude sur l'enveloppe  $e$  de la tension  $V_c$ . Dans les deux cas, le signal logique de démodulation  $S_{dem}$  reste à 0 et le module est incapable de recevoir le message qui lui est envoyé.

Dans l'art antérieur, on évite cet inconvénient en choisissant une durée  $T_m$  des creux de modulation suffisamment longue pour que la bobine  $L_R$  puisse désaturer à chaque creux de modulation. Cette solution présente toutefois l'inconvénient de ralentir considérablement la vitesse de transmission des données.

Ainsi, un objectif de la présente invention est de prévoir un dispositif d'émission-réception qui puisse détecter des creux de modulation de courte durée  $T_m$ , même quand la bobine est saturée en tension.

Un autre objectif de la présente invention est de prévoir un dispositif d'émission-réception offrant un périmètre de communication étendu, par exemple de l'ordre de 1 cm à 1,5 m autour d'un terminal.

Pour atteindre ces objectifs, la présente invention se base tout d'abord sur le fait qu'en réception, lorsque la bobine est saturée en tension en raison du déclenchement du circuit limiteur, une modulation d'amplitude apparaît simultanément sur le courant de limitation. Il est donc possible de réaliser une démodulation du courant de limitation au lieu de réaliser une démodulation de la tension induite. Cette démodulation du courant de limitation ne présente pas les inconvénients de la démodulation de la tension induite,

dans la mesure où le courant de limitation n'est pas lui-même soumis à une limitation.

Par ailleurs, la présente invention se base également sur le fait qu'en émission, lorsque l'on fait  
5 varier la charge de la bobine, il est préférable que la tension induite soit d'une grande intensité afin de créer une forte perturbation du champ magnétique environnant, pouvant être facilement perçue par le terminal.

Ainsi, la présente invention propose un procédé  
10 pour l'émission et la réception de données au moyen d'une bobine équipée d'un circuit limiteur se déclenchant lorsqu'une tension induite dans la bobine est supérieure à un seuil, comprenant les opérations suivantes : pour la réception de données, abaisser le seuil de déclenchement  
15 du circuit limiteur à un premier niveau bas, de manière que la bobine soit saturée en tension, et démoduler un courant de limitation apparaissant dans la bobine ou le circuit limiteur ; pour l'émission de données, remonter le seuil de déclenchement du circuit limiteur à un niveau  
20 haut et faire fluctuer la charge de la bobine.

La présente invention prévoit également un dispositif d'émission-réception du type décrit ci-dessus, dans lequel le circuit limiteur comprend des moyens pour régler le seuil de déclenchement à un premier niveau bas  
25 pendant la réception de données et à un niveau haut pendant l'émission de données.

Avantageusement, les moyens démodulateurs sont agencés pour démoduler l'amplitude d'un courant de limitation apparaissant lorsque le circuit limiteur est  
30 déclenché.

Dans ce cas, on aura bien entendu réglé le premier niveau du seuil de déclenchement du circuit limiteur suffisamment bas pour que le courant de limitation soit toujours présent. Sinon, on procédera à une démodulation

mixte courant ou tension selon que le courant de limitation est présent ou non.

Selon un mode de réalisation, les moyens pour régler le seuil de déclenchement du circuit limiteur comprennent une pluralité de diodes en série et un premier interrupteur agencé pour court-circuiter une partie au moins de la pluralité de diodes.

Selon un mode de réalisation, le circuit limiteur comprend en outre des moyens pour régler le seuil de déclenchement à un deuxième niveau bas pendant l'émission de données. Dans ce cas, les fluctuations de la charge de la bobine sont réalisées par des transitions entre le niveau haut et le deuxième niveau bas du seuil de déclenchement.

Selon un mode de réalisation, les moyens pour régler le seuil de déclenchement du circuit limiteur comprennent une pluralité de diodes en série, un premier interrupteur pour court-circuiter un certain nombre de diodes et un deuxième interrupteur pour court-circuiter un certain autre nombre de diodes.

Avantageusement, les moyens démodulateurs reçoivent comme signal à démoduler une tension de commande d'un transistor contrôlant le courant de limitation. On évite ainsi l'ajout d'un capteur de courant.

Ces caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés plus en détails dans la description suivante d'un exemple de réalisation d'un démodulateur selon l'invention, en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

- la figure 1 précédemment décrite représente de façon simplifiée le schéma électrique classique d'un système de communication de données par induction électromagnétique et couplage inductif,



- les figures 2A à 2E précédemment décrites représentent divers signaux électriques apparaissant dans le système de la figure 1,

- la figure 3 représente le schéma électrique d'un dispositif d'émission-réception selon l'invention,

- la figure 4 représente une variante de réalisation du dispositif de la figure 3,

- la figure 5 représente une variante de réalisation du dispositif de la figure 4,

- les figures 6A à 6D représentent divers signaux électriques apparaissant dans le dispositif de la figure 4 pendant la réception de données, et

- les figures 7A et 7B représentent des signaux électriques apparaissant dans le dispositif de la figure 4 pendant l'émission de données.

La figure 3 représente un dispositif d'émission-réception 5 selon l'invention. Le dispositif 5 est par exemple intégré dans un module électronique M destiné à dialoguer avec un terminal T. Le terminal T émet un champ magnétique FLD au moyen d'une circuit résonant  $L_E C_E$ , l'intensité du champ magnétique étant modulée lorsque des données sont envoyées au module.

Le dispositif 5 selon l'invention comprend une bobine  $L_R$ , formant avec une capacité  $C_R$  un circuit accordé  $L_R C_R$ , un circuit limiteur 10 selon l'invention, un interrupteur  $I_{MT}$  en parallèle avec la bobine  $L_R$ , pour l'émission de données par modification de la charge de la bobine  $L_R$ , et un démodulateur 20 selon l'invention, pour la réception de données.

Le circuit limiteur 10 présente ici une structure symétrique et comprend un demi-circuit 10-1 pour limiter des alternances positives  $V_{c1}$  de la tension  $V_c$  induite dans la bobine  $L_R$  et un demi-circuit 10-2 pour limiter les alternances négatives  $V_{c2}$  de la tension  $V_c$ . Le demi-circuit 10-1 comprend, entre une borne A1 de la bobine  $L_R$

et la masse, une résistance R1 en série avec un groupe de diodes agencées dans le sens passant, ici cinq diodes D1 à D5 respectivement, la cathode de la dernière diode D5 étant connectée à la masse. Le point milieu entre la  
5 résistance R1 et la première diode D1 est connecté à la grille G d'un transistor PMOS T1 dont la source S est connectée à la borne A1. Le drain D du transistor T1 est connecté à la masse par l'intermédiaire d'une résistance R2 et attaque la grille G d'un transistor NMOS T2. Le  
10 drain D du transistor T2 est connecté à la borne A1 et sa source S à l'autre borne A2 de la bobine. Le demi-circuit 10-2, de même structure que le demi-circuit 10-1 et représenté dans un souci de simplicité sous la forme d'un bloc, est connecté dans le sens de la borne A2 vers la  
15 borne A1.

Lorsqu'une alternance positive Vc1 de la tension induite Vc atteint la tension de conduction du groupe de diodes D1 à D5, le transistor T1 est passant et un courant circule dans la résistance R2. Une tension VG  
20 apparaît sur la grille G du transistor T2 qui devient progressivement conducteur. Le transistor T2 laisse traverser l'alternance positive Ip1 d'un courant Ip de limitation de la tension Vc puis se referme. De la même manière, l'alternance négative Ip2 du courant de  
25 limitation Ip traverse le demi-circuit 10-2 au cours d'une alternance négative Vc2 de la tension induite Vc.

Selon l'invention, la tension de conduction du groupe de diodes D1 à D5, qui représente le seuil  $V_D$  de déclenchement du circuit limiteur 10, peut être réglée au  
30 moyen d'un transistor shunt T3 disposé en parallèle avec les deux dernières diodes D4, D5 et commandé par un signal RECEPT. Quand le signal RECEPT est à 1 et que le transistor shunt T3 est passant, le seuil  $V_D$  est égal à la somme  $V_{Da}$  des tensions de seuil des diodes D1, D2 et  
35 D3 et est minimal, les diodes D4 et D5 étant court-

circuitées. Quand le signal RECEPT est à 0, le seuil  $V_D$  est égal à la somme  $V_{Db}$  des tensions de seuil des cinq diodes D1 à D5 et est maximal.

Selon l'invention, le démodulateur 20 assure la  
5 démodulation du courant de limitation  $I_p$ , utilisé comme signal à démoduler au lieu de la tension induite  $V_c$ . On notera que l'effet de modulation du courant de limitation  $I_p$  existe tant que le circuit limiteur 10 n'écrête pas le courant de limitation. En pratique, on choisira donc le  
10 transistor T1 du circuit limiteur 10 d'une dimension suffisante pour absorber sans saturation le courant de limitation  $I_p$  (dans les limites des conditions normales de fonctionnement).

Le démodulateur 20 reçoit ici comme signal à  
15 démoduler la tension VG présente sur la grille G du transistor T2 contrôlant l'alternance positive  $I_{p1}$  du courant de limitation  $I_p$ . L'utilisation de la tension VG en tant que signal à démoduler permet d'éviter l'ajout d'un capteur de courant, la tension VG étant  
20 représentative du courant  $I_{p1}$  selon une relation linéaire, au carré ou exponentielle suivant le régime de fonctionnement du transistor T2. Le démodulateur 20 comprend en entrée une diode D7 recevant sur son anode la tension VG. La cathode de la diode D7 est connectée à la  
25 masse par l'intermédiaire d'un circuit de type RC comprenant une capacité C7 en parallèle avec une résistance R7, ainsi qu'à la grille G d'un transistor PMOS T7 dont la source S reçoit la tension à démoduler VG. Sur la grille G du transistor T7, on trouve une  
30 tension de référence  $V_{ref}$  imposée par la capacité C7 et représentative de la valeur moyenne du courant  $I_{p1}$ , la constante de temps du circuit  $R7C7$  étant choisie de manière que la tension  $V_{ref}$  reste constante pendant les creux de modulation du courant  $I_p$  mais suive les  
35 variations lentes du courant  $I_p$ . Ainsi, à chaque

alternance positive  $I_{p1}$ , lorsque la tension  $V_G$  devient supérieure à  $V_{ref}$ , la diode  $D7$  est rendue passante, le transistor  $T7$  devient passant et une impulsion de tension apparaît sur son drain  $D$ , le transistor  $T7$  fonctionnant  
5 comme un comparateur. Le drain  $D$  du transistor  $T7$  forme la sortie du démodulateur 20 et qui délivre un signal pulsé  $V_i$ . Le signal pulsé  $V_i$  est envoyé dans un circuit de mise en forme 21 de type classique délivrant un signal logique  $SI1$  semblable au signal  $S_{dem}$  illustré sur la  
10 figure 2E.

Comme représenté sur la figure 3, le démodulateur 20 peut, de façon optionnelle, être combiné avec un démodulateur 20' fonctionnant sur les alternances négatives  $I_{p2}$  du courant  $I_p$ , afin de détecter les creux  
15 de modulation avec une précision d'une demi-période de la fréquence d'oscillation  $F_c$  du champ magnétique  $FLD$ . Le démodulateur 20' est identique au démodulateur 20 et est représenté sous forme d'un bloc en traits pointillés. Le démodulateur 20' reçoit en entrée une tension  $V_G'$   
20 semblable à la tension  $V_G$ , prélevée dans le demi-circuit limiteur 10-2, et délivre un signal pulsé  $V_i'$  transformé en un signal logique  $SI2$  par un circuit de mise en forme 21'. Les signaux  $SI1$  et  $SI2$  sont additionnés dans un circuit logique 22 dont la sortie délivre un signal  
25 combiné  $SI$  qui passe à 1 dès l'instant où le premier des deux signaux  $SI1$  ou  $SI2$  passe à 1, et à 0 dès l'instant où le premier des deux signaux  $SI1$  ou  $SI2$  passe à 0.

Selon l'invention, le signal  $RECEPT$  de commande du transistor shunt  $T3$  est mis à 1 lorsque le dispositif 5  
30 reçoit des données envoyées par le terminal  $T$ . Le seuil de déclenchement du circuit limiteur 10 est alors à la valeur basse  $V_{Da}$  qui peut par exemple être choisie de l'ordre de 4 V (soit 8 V crête à crête pour la tension induite  $V_c$ ). L'avantage est que l'on maintient ainsi le  
35 circuit limiteur 10 déclenché et l'on fait apparaître le

courant de limitation  $I_p$  même quand l'intensité du champ magnétique FLD et la tension induite  $V_c$  sont faibles (distance  $d$  séparant le module M du terminal T élevée). La sensibilité du dispositif 5 selon l'invention en mode  
5 réception de données est donc maximale, et permet la réception de données dans un large périmètre.

D'autre part, le signal RECEPT est mis à 0 quand le dispositif 5 envoie des données au terminal. Le seuil de déclenchement  $V_D$  du circuit limiteur est alors porté à sa  
10 valeur maximale  $V_{Db}$ , qui peut être choisie égale à la tension maximale autorisée par la technologie de fabrication du module, par exemple 9 V (soit 18 V crête à crête) avec la technologie CMOS. L'avantage est que la commutation de la bobine  $L_R$  par l'interrupteur  $I_{MT}$  est  
15 faite avec une tension induite  $V_c$  maximale, ce qui permet de perturber fortement le champ magnétique FLD. En définitive, tant pour l'émission que la réception, le dispositif 5 selon l'invention offre un périmètre de communication étendu et une vitesse de transmission des  
20 données élevées, la durée  $T_m$  des creux de modulation pouvant être courte.

Pour fixer les idées, les figures 6A à 6D illustrent le fonctionnement du dispositif 5 en mode réception de données. La figure 6A représente la courbe  
25 de la tension induite  $V_c$ , la figure 6B la tension  $V_G$  de commande du transistor T2 (représentative de l'intensité du courant de limitation  $I_p$ ), la figure 6C le signal pulsé  $V_i$  à la sortie du démodulateur 20, et la figure 6D le signal de démodulation SI (ou le signal SI1 l'on  
30 choisit une démodulation simple alternance). La bobine étant maintenue saturée par le limiteur 10, dont le seuil de déclenchement est à sa valeur minimale  $V_{Da}$ , on voit que les creux de modulation de la tension induite  $V_c$  sont peu marqués (figure 6A) et ne pourraient être détectés  
35 par un démodulateur recevant en entrée la tension induite

Vc. Par contre, la tension VG représentative du courant de limitation  $I_p$  oscille et présente une modulation d'amplitude (figure 6B) détectée par le démodulateur 30 qui délivre le signal pulsé  $V_{il}$  (figure 6C). Le signal  
5  $V_{il}$  cesse de pulser pendant les creux de modulation de la tension VG, lorsque la valeur de crête de la tension VG ne parvient pas à dépasser la tension de seuil  $V_{iref}$ . Par convention, le signal logique SI passe à 1 à chaque creux de modulation de la tension VG et à 0 pendant les  
10 périodes de non modulation (figure 6D).

La figure 4 représente une variante 6 du circuit émetteur-récepteur selon l'invention, prévue pour un module M alimenté électriquement par un pont redresseur à diodes  $P_d$  recevant en entrée la tension induite Vc et  
15 délivrant une tension d'alimentation Vdd. Dans ce cas particulier de réalisation, on ne souhaite pas court-circuiter la bobine  $L_R$  au moyen d'un interrupteur afin de ne pas priver le module de la tension d'alimentation Vdd issue du pont redresseur. L'interrupteur  $I_{MT}$  de la figure  
20 3 est ainsi remplacé par un circuit limiteur 30 à seuil variable commandé par un signal DATA, les autres éléments étant conservés. Le circuit limiteur 30 comprend un demi-circuit limiteur 30-1 pour les alternances positives  $V_{c1}$  de la tension induite Vc et un demi-circuit limiteur 30-2  
25 pour les alternances négatives  $V_{c2}$ . Le demi-circuit 30-1 comprend une résistance R3 connectée à la borne A1 de la bobine  $L_R$ , un transistor PMOS T4, une résistance R4 et un transistor MOS T5 agencés comme les éléments R1, T1, R2 et T4 du demi-circuit limiteur 10-1 déjà décrit. A la  
30 place des diodes D1 à D5, on trouve une diode D6 dont la cathode est connectée à la masse par l'intermédiaire d'un transistor T6 piloté par le signal DATA. Le signal DATA pilote également le demi-circuit 30-2, de même structure que le demi-circuit 30-1 et représenté sous forme de  
35 bloc.

Lorsque le signal DATA est à 0, le transistor T6 est bloqué et le limiteur 30 est inactif, la diode D6 étant isolée de la masse. Par analogie, cela correspond sur la figure 3 au cas où l'interrupteur  $I_{MT}$  est ouvert.

5 Quand le signal DATA est à 1, le transistor T6 est passant et le circuit limiteur 30 se déclenche quand la tension induite  $V_c$  au cours d'une alternance, atteint une limite  $V_{Dc}$  égale à la tension de seuil de la diode D6 (en négligeant la tension aux bornes de l'interrupteur T6).

10 Par analogie, cela correspond sur la figure 3 au cas où l'interrupteur  $I_{MT}$  est fermé. Toutefois, ici, la tension induite  $V_c$  est simplement maintenue en dessous du seuil  $V_{Dc}$  au lieu d'être annulée, de sorte que le pont de diodes continue d'être alimenté. De préférence, le seuil

15  $V_{Dc}$  est inférieur au seuil  $V_{Da}$  et peut par exemple être choisi égal à 2 V (ou 4 V crête à crête).

Pour fixer les idées, le tableau ci-après résume le fonctionnement du dispositif 6 selon l'invention, en relation avec les figures 7A et 7B qui représentent

20 respectivement l'aspect de la tension induite  $V_c$  en fonction du signal DATA et le signal DATA.

La figure 5 représente un circuit limiteur 40 selon l'invention qui est une synthèse des circuits limiteurs 10-1 et 30-1 déjà décrits. Le circuit 40 est identique au

25 circuit 10-1 déjà décrit mais un deuxième transistor shunt T8 commandé par le signal DATA est ajouté en parallèle avec les diodes D2 à D5. Ainsi, le circuit 40 présente un triple seuil de déclenchement  $V_D$ , égal à  $V_{Da}$  quand le signal DATA est à 0 et le signal RECEPT à 1

30 (réception de données), à  $V_{Db}$  quand le signal DATA et le signal RECEPT sont à 0, et à  $V_{Dc}$  quand le signal DATA est à 1 et le signal RECEPT à 0 (émission de données).

Il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que la présente invention est susceptible de nombreuses autres

35 variantes et modes de réalisation. En particulier, on

notera que le démodulateur 20 tel qu'il a été décrit fonctionne selon le principe de la détection de crête mais pourrait fonctionner selon d'autres principes connus, par exemple la détection d'enveloppe ou la  
 5 détection synchrone. Par ailleurs, le démodulateur pourrait recevoir en entrée un autre signal que la tension de commande VG du transistor T2, par exemple un signal délivré par un capteur de courant. D'autre part, le circuit limiteur est susceptible de tout mode de  
 10 réalisation connu, les diodes déterminant les valeurs des seuils de déclenchement  $V_{Da}$ ,  $V_{Db}$ ,  $V_{Dc}$  pouvant être remplacées par tout moyen équivalent, par exemple des diodes zéner, des transistors MOS dont la grille est ramenée sur le drain, des sources de tension commandées,  
 15 etc. Enfin, le circuit limiteur tel qu'il a été décrit présente une structure symétrique vis à vis de la masse mais pourrait, dans une variante de réalisation, être connecté entre les deux bornes de la bobine  $L_R$ .

Tableau

	Signal RECEPT	Signal DATA	Seuil de déclenchement $V_D$
réception	à 1	à 0	$V_{Da}$ (démodulation du courant $I_p$ )
émission	à 0	alternativement à 0 et à 1 selon le codage utilisé et les données à envoyer	$V_{Db}$ (DATA = 0) $V_{Dc}$ (DATA = 1)



REVENDICATIONS

1. Dispositif (5,6) pour l'émission et la réception de données numériques par induction électromagnétique, comprenant :

- une bobine ( $L_R$ ),
- 5 - un circuit (10, 40) limiteur d'une tension induite ( $V_c$ ) dans la bobine ( $L_R$ ), se déclenchant lorsque la tension induite est supérieure à un seuil ( $V_D$ ),
- pour la réception de données, des moyens démodulateurs (20, 20'),
- 10 - pour l'émission de données, des moyens ( $I_{MT}$ , 30, 40) pour faire fluctuer la charge de la bobine ( $L_R$ ), caractérisé en ce que le circuit limiteur (10, 40) comprend des moyens ( $D1-D5$ ,  $T3$ ) pour régler le seuil ( $V_D$ ) de déclenchement à un premier niveau bas ( $V_{Da}$ ) pendant la
- 15 réception de données et à un niveau haut ( $V_{Db}$ ) pendant l'émission de données.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel lesdits moyens démodulateurs (20, 20') sont agencés pour démoduler l'amplitude d'un courant de limitation ( $I_p$ ) apparaissant lorsque le circuit limiteur (10, 40) est déclenché.

3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens pour régler le seuil de déclenchement ( $V_D$ ) du circuit limiteur comprennent une pluralité de diodes ( $D1-D5$ ) en série et un premier interrupteur ( $T3$ ) agencé pour court-circuiter une partie au moins ( $D3-D5$ ) de ladite pluralité de diodes.

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit limiteur (10, 40) comprend en outre des moyens ( $T8$ ) pour régler le seuil de déclenchement à un deuxième niveau bas ( $V_{Dc}$ ) pendant l'émission de données.

5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel les moyens pour régler le seuil de déclenchement ( $V_D$ ) du

circuit limiteur comprennent une pluralité de diodes (D1-D5) en série, un premier interrupteur (T3) pour court-circuiter un certain nombre (D4, D5) de diodes et un deuxième interrupteur (T8) pour court-circuiter un certain autre nombre (D2-D5) de diodes.

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens démodulateurs (20, 20') reçoivent comme signal à démoduler une tension de commande (VG) d'un transistor (T2) contrôlant le courant de limitation ( $I_p$ ).

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens démodulateurs (20, 20') comprennent un premier démodulateur (20) des alternances positives ( $I_{p1}$ ) du courant de limitation ( $I_p$ ) et un second démodulateur (20') des alternances négatives ( $I_{p2}$ ) du courant de limitation ( $I_p$ ).

8. Procédé pour l'émission et la réception de données au moyen d'une bobine ( $L_R$ ) équipée d'un circuit limiteur (10, 40) se déclenchant lorsqu'une tension ( $V_c$ ) induite dans la bobine est supérieure à un seuil ( $V_D$ ), caractérisé en ce qu'il comprend les opérations consistant à :

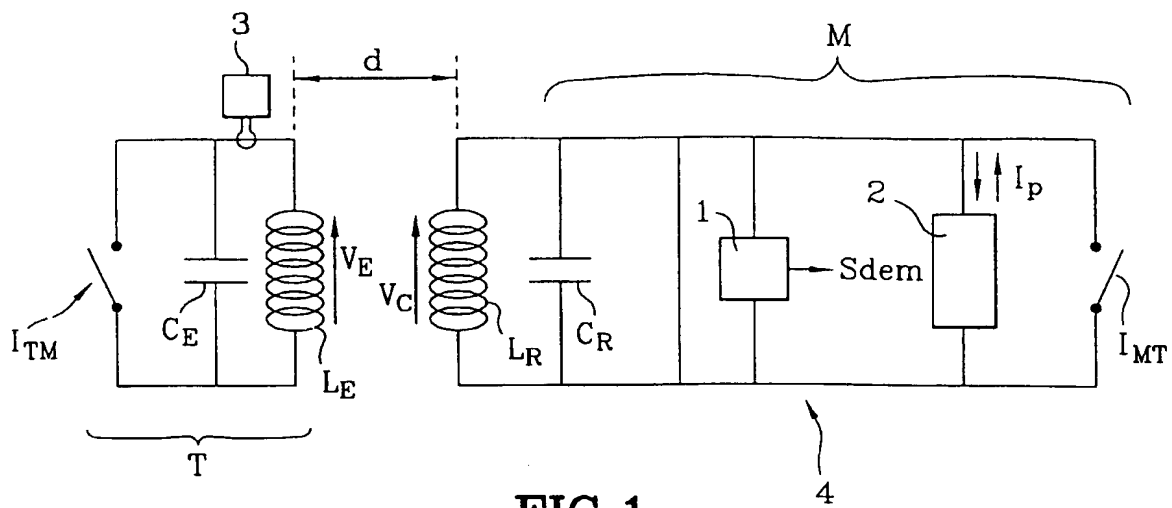
- pour la réception de données, abaisser le seuil ( $V_D$ ) de déclenchement du circuit limiteur (10, 40) à un premier niveau bas ( $V_{Da}$ ) choisi de manière que la bobine soit saturée en tension, et démoduler un courant de limitation ( $I_p$ ) apparaissant dans la bobine ( $L_R$ ) ou le circuit limiteur (10, 40),
- pour l'émission de données, remonter le seuil de déclenchement ( $V_D$ ) du circuit limiteur (10, 40) à un niveau haut ( $V_{Db}$ ) et faire fluctuer la charge de la bobine ( $L_R$ ).

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel, pour faire fluctuer la charge de la bobine ( $L_R$ ), on fait fluctuer le seuil ( $V_D$ ) de déclenchement du circuit

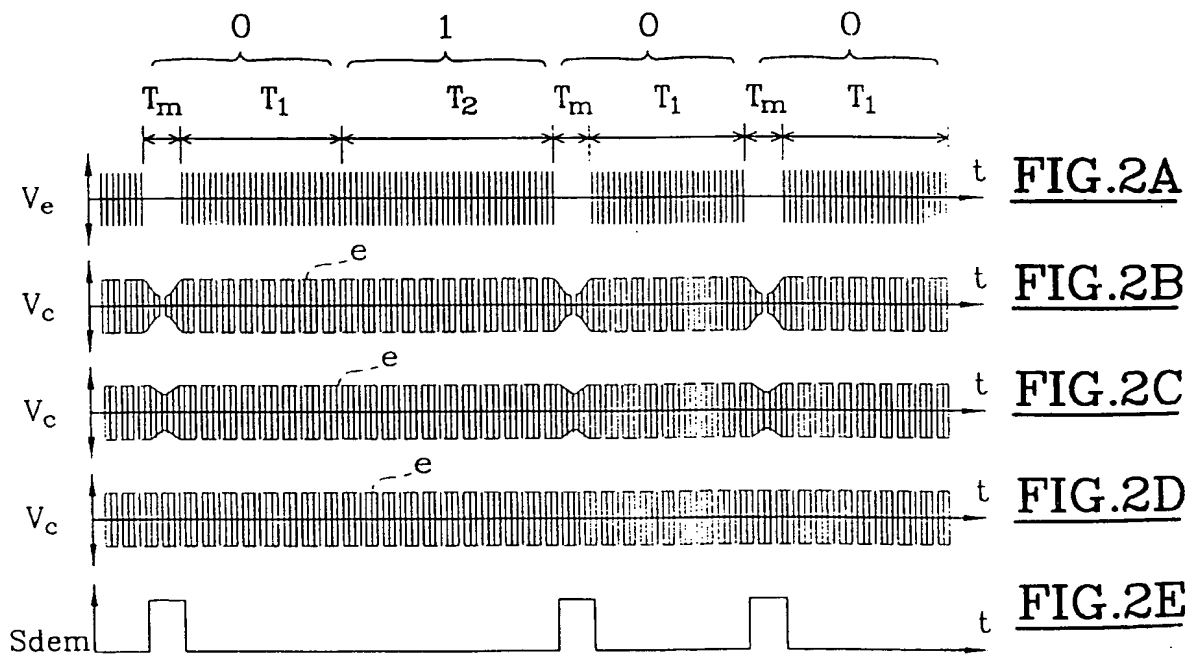
limiteur (40) entre le niveau haut ( $V_{Db}$ ) et un deuxième niveau bas ( $V_{Dc}$ ).

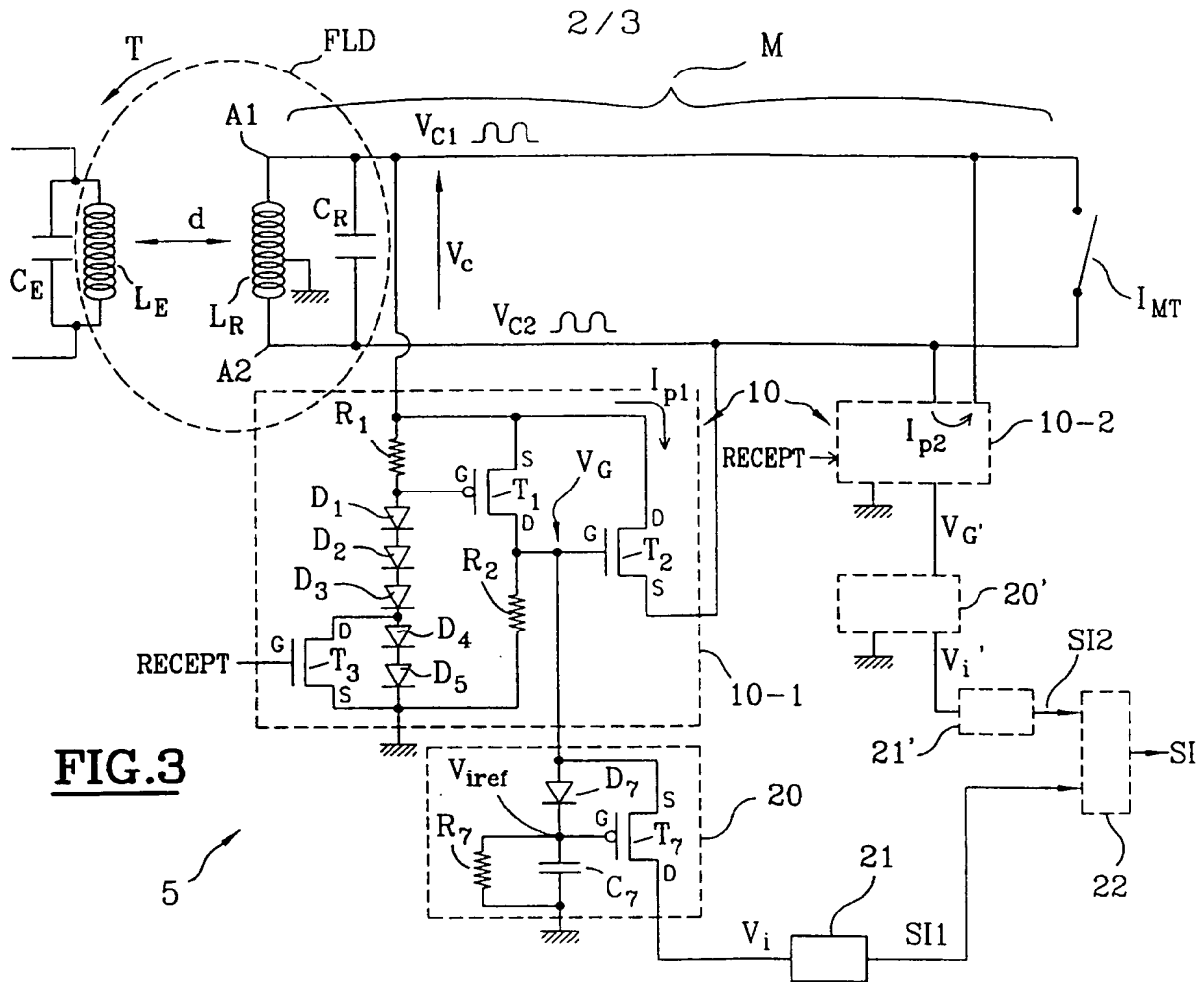
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel le deuxième niveau bas ( $V_{Dc}$ ) est inférieur au premier  
5 niveau bas ( $V_{Db}$ ).

1/3

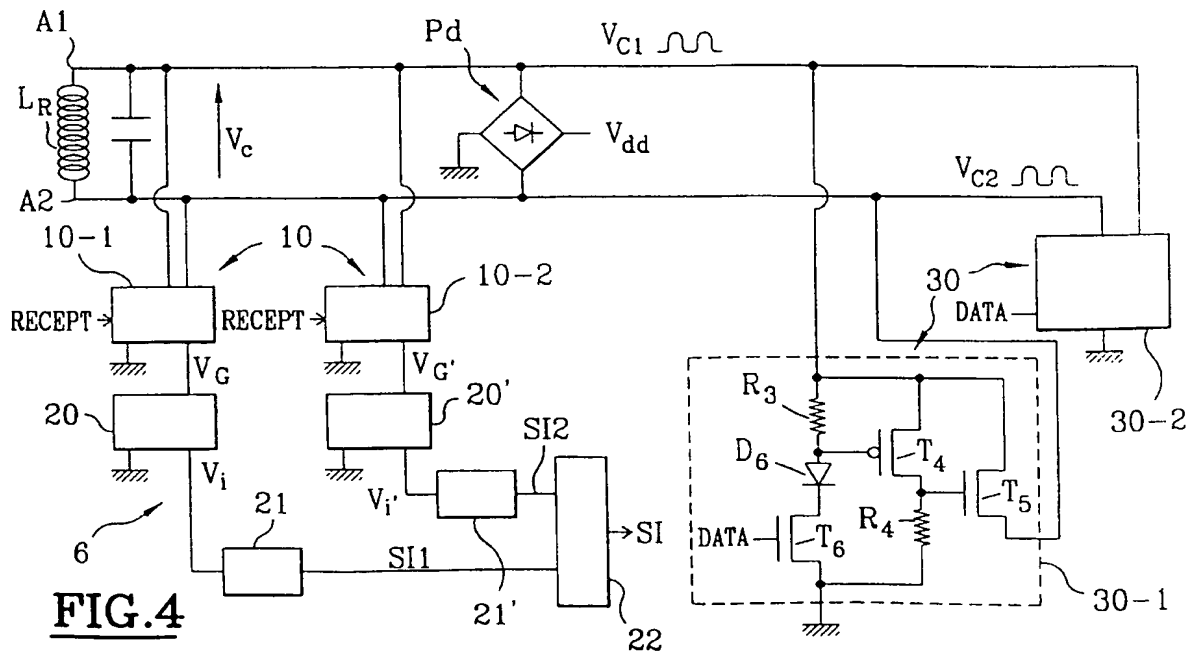


**FIG.1**



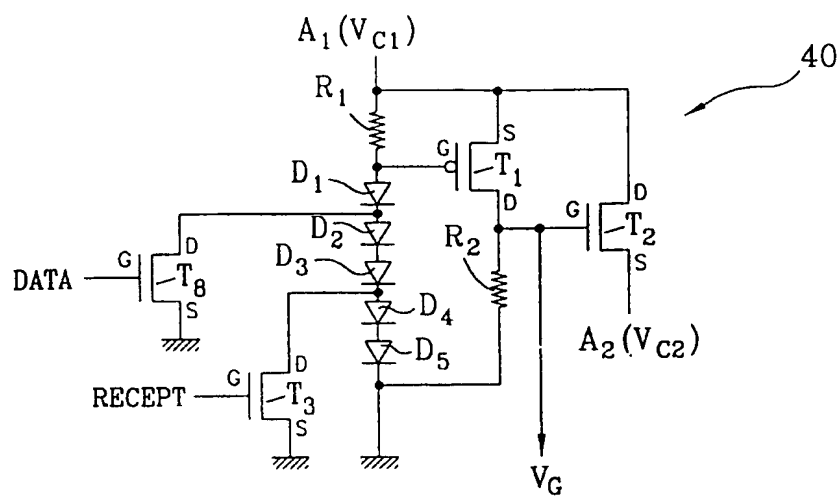
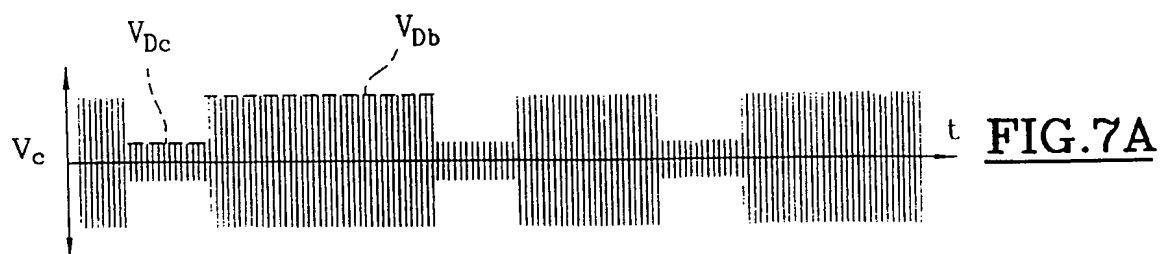
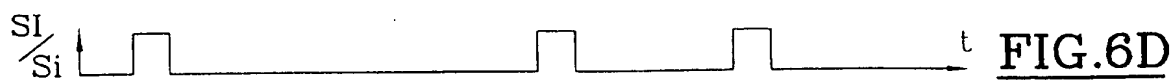
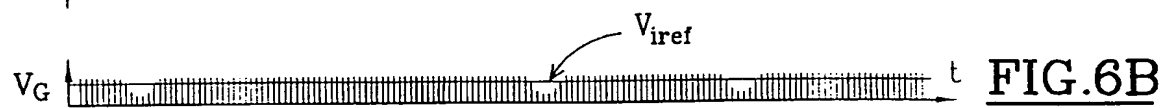
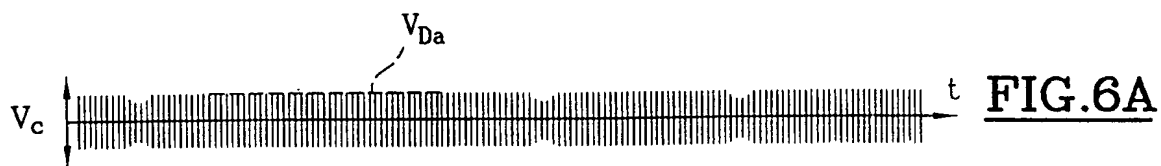


**FIG. 3**



**FIG. 4**

3/3

**FIG.5**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 97/01087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H04B5/00 H04B5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H04B H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 320 015 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 14 June 1989 abstract see column 1, line 7 - line 14 see column 3, line 10 - column 4, line 52 see column 6, line 38 - column 7, line 4 see column 7, line 38 - line 50 see column 10, line 27 - line 44 see column 15, line 8 - line 29 see column 16, line 23 - line 36 see claim 1 see figures 1,6,8</p> <p style="text-align: center;">---</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 October 1997

Date of mailing of the international search report

16.10.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lopez Marquez, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 97/01087

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 4 558 271 A (POOLE DOUGLAS P) 10 December 1985 abstract see column 1, line 13 - line 59 see column 3, line 3 - line 50 see column 4, line 18 - line 44 see claims 1,2 see figures 1,2 -----</p>	1,8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 97/01087

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0320015 A	14-06-89	JP 2026438 A	29-01-90
		JP 2099598 C	22-10-96
		JP 8017405 B	21-02-96
		JP 1151831 A	14-06-89
		JP 2000366 C	08-12-95
		JP 7032368 B	10-04-95
		JP 1151832 A	14-06-89
		JP 2000367 C	08-12-95
		JP 7032369 B	10-04-95
		US 5313198 A	17-05-94
		AT 108965 T	15-08-94
		DE 3850753 D	25-08-94
		DE 3850753 T	16-03-95
US 4558271 A	10-12-85	GB 2136635 A,B	19-09-84

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 97/01087

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 H04B5/00 H04B5/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 H04B H01F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 320 015 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO) 14 juin 1989 * abrégé *</p> <p>voir colonne 1, ligne 7 - ligne 14 voir colonne 3, ligne 10 - colonne 4, ligne 52 voir colonne 6, ligne 38 - colonne 7, ligne 4 voir colonne 7, ligne 38 - ligne 50 voir colonne 10, ligne 27 - ligne 44 voir colonne 15, ligne 8 - ligne 29 voir colonne 16, ligne 23 - ligne 36 voir revendication 1 voir figures 1,6,8</p> <p>---</p> <p>-/--</p>	1,8

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 octobre 1997

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16.10.97

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lopez Marquez, T

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 97/01087

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 4 558 271 A (POOLE DOUGLAS P) 10  décembre 1985  * abrégé *  voir colonne 1, ligne 13 - ligne 59  voir colonne 3, ligne 3 - ligne 50  voir colonne 4, ligne 18 - ligne 44  voir revendications 1,2  voir figures 1,2  -----</p>	1,8

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. le Internationale No

PCT/FR 97/01087

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0320015 A	14-06-89	JP 2026438 A	29-01-90
		JP 2099598 C	22-10-96
		JP 8017405 B	21-02-96
		JP 1151831 A	14-06-89
		JP 2000366 C	08-12-95
		JP 7032368 B	10-04-95
		JP 1151832 A	14-06-89
		JP 2000367 C	08-12-95
		JP 7032369 B	10-04-95
		US 5313198 A	17-05-94
		AT 108965 T	15-08-94
		DE 3850753 D	25-08-94
		DE 3850753 T	16-03-95
US 4558271 A	10-12-85	GB 2136635 A,B	19-09-84